

「透明な希薄磁性酸化物の創製 コンビナトリアル材料科学によるアプローチ」

東北大学金属材料研究所 福村知昭

希薄磁性半導体という用語がすぐさま思い浮かぶのは GaMnAs や CdMnTe といったよく知られている化合物半導体をベースとしたものがほとんどである。しかし最近では、薄膜技術の進歩から酸化物半導体の品質も向上しており、透明電極や触媒として古くから知られていたワイドギャップ酸化物半導体である ZnO が、現在では紫外レーザー発振やトランジスタ動作といった化合物半導体に引けをとらない機能を示すほどになってきている。ZnO は電子の有効質量が  $0.3m_0$  と比較的軽く、 $10^{21} \text{ cm}^{-3}$  という大量の電子ドーピングを行うことができる。現存する希薄磁性半導体のキュリー温度を超えるキャリア誘起強磁性、さらには透明エレクトロニクス基盤の一つとなる透明磁石の実現の期待をもって、ZnO に Mn をドーピングした薄膜を合成し、酸化物希薄磁性半導体という概念を提唱したのが研究の発端である[1]。

この種の物質探索では大量の試料合成がものを言う場合が多い。そこで我々が採ったアプローチは、薬品開発のスタンダードとなっているコンビナトリアル合成手法を適用した試料の大量高速合成と走査型プローブ顕微鏡を用いたハイスループットな磁性評価である。これは、試料一個にかかる合成と評価の時間を切り詰めた手法で新物質合成・新機能発見が従来よりはるかに効率良くいくというのが宣伝文句である。この方法により、ZnO をベースにした 3d 遷移金属ドーピングを一気に行った[2]。理論計算において室温強磁性の可能性が示唆されているが[3,4]、今のところ、ZnO ベースの希薄磁性半導体では強磁性は発現していない。しかし、巨大な磁気光学効果を観測し[5]、並列で作製していた TiO<sub>2</sub> ベースの希薄磁性半導体で室温強磁性を見出した[6]。講演では、他の酸化物ベース希薄磁性半導体の最近の結果にも触れて、我々が携わっているコンビナトリアル材料科学の概要を紹介したい。

[1] T. Fukumura *et al.*, Appl. Phys. Lett. **75**, 3366 (1999).

[2] Z. Jin *et al.*, Appl. Phys. Lett. **78**, 3824 (2001); J. Cryst. Growth, **214/215**, 55-58 (2000).

[3] T. Dietl *et al.*, Science **287**, 1019 (2000).

[4] K. Sato and H. Katayama-Yoshida, Jpn. J. Appl. Phys. **39**, L555 (2000).

[5] K. Ando *et al.*, Appl. Phys. Lett. **78**, 2700 (2001).

[6] Y. Matsumoto *et al.*, Science **291**, 854 (2001).